



UDK: 626.845 : 633.15

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

EFEKTI PRIMENE TIFON UREĐAJA U NAVODNJAVANJU KUKURUZA (*Zea mays* L.)

**Branka Kresović^{*1}, Vesna Dragičević¹, Boško Gajić², Angelina Tapanrova²,
Borivoje Pejić³**

¹Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za zemljište i melioracije,
Beograd-Zemun

³Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

Sažetak: Cilj rada je bio da se na osnovu rezultata eksperimentalnog rada izvrši analiza efekata primene navodnjavanja kukuruza i kvantifikuju osnovni parametri koji učestvuju u strukturi troškova eksploatacije samohodnog rasprskivača velikog dometa tzv. tifon uređaji. Ogled je izveden u periodu 2002–2008, po metodi slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja, na eksperimentalnom polju za navodnjavanje Instituta za kukuruz "Zemun Polje". U svim godinama je navodnjavano osim u 2004. godini, kada su padavine bile zadovoljavajuće za održavnje vlage iznad nivoa predviđene predzaliвне vlažnosti zemljišta. Rezultati pokazuju da je po godinama proučavanja ostvaren različit efekat navodnjavanja, od 0,315 t ha⁻¹ do 4,459 t ha⁻¹. Takođe, zavisno od godine bio je različit odnos input–a i output–a. U višegodišnjem proseku, svaka tona prinosa dobijena dejstvom faktora navodnjavanja bila opterećena utrošenom energijom od 328 kWh za rad podvodne pumpe, koja je snabdevala tifon uređaj potrebnom količinom vode (500 m³) iz dubinskog bunara, zatim sa oko 2 litre goriva za angažovanje traktora i sa približno 17 časova ljudskog rada.

Ključne reči: navodnjavanje, prinos, kukuruz, energija, tifon

UVOD

Činjenica je da prirodni vodni režim nije u stanju da kukuruzu obezbedi potrebnu količinu vode i da će problem slabog korišćenje genetičkog potencijala rodnosti biti

^{*} Kontakt autor. E-mail: bkresovic@mrizp.rs

Rad je rezultat istraživanja u okviru projekta TR 31037: „Integralni sistemi gajenja ratarskih useva: očuvanje biodiverziteta i plodnosti zemljišta“, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

evidentan sve dok ne počne da se primenjuje navodnjavanje. U svetu navodnjavanjem se postižu značajni ekonomski efekti, međutim u Srbiji još uvek postoje dileme kada je u pitanju opravdanost njegove primene u praksi ratarske proizvodnje, posebno kad je u pitanju usev kukuruza. Najčešći problemi u praksi su da predviđena oprema nije usklađena sa veličinom parcela i strukturom setve, a proizvođači nemaju dovoljno znanja, kako o opremi za navodnjavanje tako i o potrebama useva za vodom [12]. Tokom vegetacionog perioda potrebe kukuruza za vodom prvo se postepeno povećavaju, dostižu maksimum u određenoj fenofazi, a zatim opadaju [7]. Nedostatak vode, vodni stres, dovodi do poremećaja u usvajanja hranljivih materija iz zemljišta, što direktno utiče kako na rast i razviće biljaka pa samim tim i na prinos useva [11] [1]. Pravilno određivanje kada i sa kojom količinom vode treba navodnjavati rezultira da se maksimalno ispolji genetički potencijal rodnosti biljaka, ostvari kvalitet prinosa, a proizvodnja bude racionalna.

Danas, u svetu, oprema i tehnika navodnjavanja kišenjem su na takvom nivou da se za svaku praktičnu primenu može naći najpovoljnije rešenje. Samohodni rasprskivači velikog dometa, tzv. tifon uređaji, se sve više koriste zbog mobilnosti i pogodnosti za navodnjavanje površina različitog oblika i veličine. Cilj rada je bio da se na osnovu rezultata eksperimentalnog rada izvrši analiza efekata primene navodnjavanja kukuruza u uslovima primena konvencionalnog sistema obrade zemljišta i uobičajenih agrotehničkih mera. Za tehnologiju koja dominira na proizvodnim površinama u Srbiji izvršena je kvantifikacija osnovnih parametara, koji učestvuju u strukturi troškova eksploatacije tifon uređaja i koji čine deo proizvodne cene kukuruza u navodnjavanju.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su obavljena na černozemu u periodu 2002–2008. godine, na oglednom polju za navodnjavanje Instituta za kukuruz „Zemun Polje“. Ogled je postavljen po metodi slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja. Površina elementarne parcele bila je 28 m², a parcele za obračun prinosa 14 m². U uslovima prirodnog vodnog režima i navodnjavanja, sedam godina sejan je hibrid FAO 700 grupe zrenja (ZP 704) u gustini 60000 biljaka ha⁻¹. Na ogledu su korišćena NPK hraniva (300 kg N ha⁻¹, 210 kg P₂O₅ ha⁻¹ i 150 kg K₂O ha⁻¹) i primenjivane su standardne agrotehničke mere. Predzalična vlažnost zemljišta bila je 70–75% od poljskog vodnog kapaciteta (PVK). Vreme i norme zalivanja određivani su na osnovu sadržaja vlage (termogravimetrijskom metodom) u delu zemljišta 0–60 cm. Prinos zrna kukuruza (preračunat na 14% vlage) obrađen je statističkom metodom analize varijanse (LSD test: na nivou značajnosti 5% i 1%).

Ogled je navodnjavan tifon uređajem sa rasprskivačem (Rain Bird SR 103 EM) PE crevom prečnika 82 mm i dužine 300 m (Tab. 1).

Snabdevanje vodom bilo je iz dubinskog bunara sa podvodnom pumpom (UPA 84-10) snage motora 26 kW, preko hidrantne mreže ukopanog cevovoda. Po godinama proučavanja utvrđen je utrošak vode (m³), energije za rad pumpe (kWh), časovi angažovanja radne snage, kao utrošak goriva za angažovanje traktora (l) na osnovu eksploatacionih ispitivanja sistema za navodnjavanje koja su obavljena u ranijem

periodu (Tab. 2). Eksploataciona ispitivanja su izvršena za normu zalivanja 20 mm i parametri se odnose na efektivan rad jednog prohoda tifona.

Tabela 1. Radne karakteristike tifon uređaja (T-82/300)

Table 1. Working characteristics of the typhon (T-82/300)

Prečnik mlaznice <i>Nozzle diameter</i> (mm)	Pritisak na uređaju <i>Pressure on the machine</i> (bar)	Pritisak na mlaznici <i>Pressure on the nozzle</i> (bar)	Protok <i>Flow</i> (l·s ⁻¹)
22,86	7,0	4,5	11,0

Tabela 2. Eksploatacioni parametri primenjenog sistema za navodnjavanje [4]

Table 2. Exploitation parameters of applied irrigation system [4]

Radni zahvat <i>Working scope</i> (m)	Domet <i>Range</i> (m)	Zalivna površina <i>Irrigation area</i> (ha)	Efektivan rad <i>Effective work</i> (h)	Utrošak vode <i>Water consumption</i> (m ³)	Utrošak energije <i>Energy consumption</i> (kWh)
68	34	2,20	11,13	440,6	289,4

Kvantifikacija osnovnih parametara koji učestvuju u strukturi troškova eksploatacije tifona za period proučavanja utvrđena je na osnovu efektivnog rada uređaja po hektaru zalivne površine (Tab. 3).

Tabela 3. Učinak tifona i potrošnja energije po hektaru navodnjavane površine [4]

Table 3. Working productivity and energy consumption per hectare of area irrigation [4]

Utrošak za normu navodnjavanja 20 mm <i>Consumption for irrigaton norm of 20 mm</i>			Promena za povećanje norme za svakih 10 mm <i>Change for the increase raining norm for each 10 mm</i>
h·ha ⁻¹	ha·h ⁻¹	kWh	h·ha ⁻¹
5,05	0,198	131,3	+ 2,53

Za period od 7 godina proučavanja, sistem za navodnjavanje nije se koristio samo u 2004. godini, koja je sa aspekta snabdevenosti kukuruza za vodom imala najpovoljniji vodni režim zemljišta. U svim ostalim godinama bio je deficit padavina tokom vegetacije kukuruza, vlažnost zemljišta se spuštala ispod predviđene predzalive vlažnosti i varijante u navodnjavanju su zalivane (Tab. 4).

Tabela 4. Suma padavina za vegetacioni period i norme navodnjavanja

Table 4. Precipitation sum of vegetation period and irrigation norm

Godina <i>Year</i>	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.
Suma padavina <i>Precipitation sum</i> (mm)	348	243	390	357	417	279	224
Norma navodnjavanja <i>Irrigation norm</i> (mm)	140	160	0	30	40	150	190

Norme navodnjavanja su realizovane kroz veći broj zalivanja u svim godinama osim u 2005. i 2006. godini, u kojima je bilo potrebno samo jedno zalivanje (30 mm i 40 mm). U toku vegetacionog perioda kukuruza tri puta je zalivano u 2002 (50+50+40 mm) i 2007. godini (50+50+50 mm), a četiri puta u 2003 (30+30+50+50 mm) i 2008. godini (40+50+50+50 mm).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Različite količine prispele vode na površinu zemljišta tokom vegetacionog perioda kukuruza su veoma značajno uticale ($F = 271.6861$, $P < 0.01$, $C_v = 4.44\%$) da se ostvare razlike prinosa između varijanti sa i bez navodnjavanja (Tab. 5). Za period istraživanja u prirodnom vodnom režimu ostvaren je prosečan prinos od $10,92 \text{ t ha}^{-1}$, a u navodnjavanju $13,29 \text{ t ha}^{-1}$.

Tabela 5. Prosečni prinosi kukuruza po varijantama proučavanja (t ha^{-1})

Table 5. Average yields of maize by studying variants (t ha^{-1})

Godine <i>Year</i>	Prirodni vodni režim <i>Rainfed regime</i>	Navodnjavanje <i>Irrigation</i>			
2002.	10,24	13,39			
2003.	8,84	12,05			
2004.	13,83	13,98			
2005.	13,68	13,99			
2006.	11,99	13,36			
2007.	9,10	13,00			
2008.	8,79	13,24			
Prosek <i>Average</i>	10,92	13,29			
Analiza varijanse – Prinos zrna kukuruza <i>Analysis of variance - Maize grain yield</i>					
Izvor varijacije (C _v – 4.44%) <i>Surce of variation</i>		F value	Prob.	L D: 0.05	LSD: 0.01
Godina <i>Year</i>		76.2897	0.0000 **	0.4696	0.6394
Varijante <i>Variants</i>		271.6861	0.0000 **	-	-
Godina x Varijante <i>Year x Variants</i>		20.9233	0.0000 **	0.7892	1.074

Po godinama proučavanja, u prirodnom vodnom režimu prosečni prinosi zrna kukuruza, bez međusobno značajne razlike, bili su najniži u 2003 ($8,84 \text{ t ha}^{-1}$), 2008 ($8,79 \text{ t ha}^{-1}$) i 2007. godini ($9,10 \text{ t ha}^{-1}$). Ove tri godine bile su izuzetno tople posebno u junu, julu i avgustu, sa visokim prosečnim temperaturama vazduha tokom vegetacionog perioda ($20,3^\circ\text{C}$; $19,7^\circ\text{C}$ i $20,0^\circ\text{C}$) i sumom padavina manjom od 300 mm (243 mm, 224 mm i 279 mm). Vegetacioni period 2002. godine imao je nešto nižu prosečnu temperaturu ($19,5^\circ\text{C}$) i veću sumu padavina od navedenih godina, što je rezultiralo i značajno višim prinosima ($10,24 \text{ t ha}^{-1}$). Najviše padavina je bilo u 2006. godini (417 mm), međutim raspored padavina nije bio povoljan sa aspekta potrebe kukuruza za

vodom u pojedinim fazama rasta i razvića. Najbolji rezultati prinosa ($13,83 \text{ t ha}^{-1}$ i $13,68 \text{ t ha}^{-1}$) u prirodnom vodnom režimu ostvareni su u 2004 i 2005. godini, u uslovima manje sume padavina (390 i 357 mm) sa rasporedom koji je obezbedio biljkama dovoljno lako pristupačne vode u fazama intenzivnog porasta, cvetanja–nalivanja zrna. U kritičnim periodima za vodom nedostatak vode ima veći uticaj na umanjeње prinosa, nego kada se pojavi u ostalim periodima vegetacije [10, 6]. Potrebe kukuruza za vodom rastu od setve, dostižu najviše vrednosti u letnjim mesecima, zatim opadaju do kraja vegetacije.

U navodnjavanju su ostvareni stabilni prinosi. Dobijeno je preko 13 t ha^{-1} u svim godinama proučavanja, osim u 2003. godini ($12,05 \text{ t ha}^{-1}$) u kojoj je početkom jula (03.07.2003) izuzetno jak olujni vetar slomio veći broj biljaka na oglednoj površini. U godinama koje su bile povoljnije za gajenje kukuruza (2005, 2006) efekat navodnjavanja bio je značajno manji u odnosu na izrazito sušne (2007, 2008). Zavisno od godine, ostvarene razlike u prinosima bile su u intervalu od $0,315 \text{ t ha}^{-1}$ (2005) do $4,459 \text{ t ha}^{-1}$ (2008) između varijanti sa i bez navodnjavanja (Tab. 6). U proseku za period proučavanja ostvaren je efekat navodnjavanja od 21,7% ($2,734 \text{ t ha}^{-1}$). Rezultati u literaturi pokazuju istu tendenciju po godinama proučavanja sa manjim ili većim vrednostima efekata, zbog različitih hibrida i uslova u kojima su proučavani. Primer proučavanja Pejić i sar. [8], koji su pri ispitivanju NS hibrida kukuruza, takođe na černozeu, dobili efekat navodnjavanja 25,9%.

Tabela 6. Potrošnja vode, energije i časova rada po hektaru za ostvareni efekat navodnjavanja

Table 6. Water, energy and hours of labour consumption per hectare for effect of irrigation

Godina Year	Efekat navodnjavanja Irrigation effects	Voda Water	Energija za rad pumpe Energy for working pump	Gorivo za rad traktora Fuel for working tractor	Časovi rada Hours of labour
	(t ha^{-1})	($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	(kWh)	(l ha^{-1})	(h ha^{-1})
2002.	3,153	1400	920	5,7	45,4
2003.	3,206	1600	1052	7,6	52,8
2004.	–	–	–	–	–
2005.	0,315	300	197	1,9	9,5
2006.	1,373	400	263	1,9	13,5
2007.	3,901	1500	986	5,7	48,4
2008.	4,459	1900	1249	7,6	61,8
Prosek Average	2,734	1015	778	38,6	5,1

Analiza rezultata pokazuje da se prosečan efekat navodnjavanja od $+2,734 \text{ t ha}^{-1}$ ostvaruje intervencijom sistema za navodnjavanje, kroz 3 zalivanja sa normama od po 40 mm u toku vegetacionog perioda kukuruza, pri čemu je za zalivnu površinu od jednog hektara potrebno angažovanje 5,1 časova ljudskog rada, zatim 1015 m^3 vode, 778 kWh električne energije i 38,6 litara goriva. Proučavanja Đukića [3], kroz analizu troškova eksploatacije tifton uređaja u uslovima različite organizacije farmi i različitih izvorišta vode, pokazuju da su troškovi primene tiftona značajno manji u odnosu na sistem kap po kap. Međutim, u proučavanjima u odnosu na druge mobilne mašine i uređaje koji se koriste u okviru sistema za navodnjavanje kišenjem, tifton

uređaj se pominje kao veći potrošač energije. Ispitivanja Đevića i sar. [2], pokazuju da je potrošnja energije po hektaru, kod primene lineara bila 44,21 kWh za normu navodnjavanja od 14,78 mm, samohodnog kišnog krila 62,72 kWh za normu od 10 mm i tifona 131,59 kWh za normu 29 mm. Ista grupa autora [5], u poređenju tifona i lineara navodi da je tifon veći potrošač energije (131 kW ha^{-1} u odnosu na $45,28 \text{ kW ha}^{-1}$), jer se energija vode koristi za namotavanje creva, dok se za kretanje lineara koriste elektromotori i sistem radi sa znatno nižim pritiscima. Međutim, sa izvođenjem opštih zaključaka sa aspekta veće ili manje potrošnje energije, kad je u pitanju poređenje ne samo različitih, veći i u okviru istog sistema za navodnjavanje, treba biti obazriv. Naime, sva ispitivanja se obavljaju na već postojećim sistemima i rezultati su validni za konkretnu opremu, ali to ne znači da je ta oprema optimalno rešenje u tehničkom sistemu i da će se dobiti isti rezultati u kombinaciji primene pumpe i tifon uređaja drugačije izvedbe ili karakteristika. Pored toga, u razmatranju energetskog aspekta primene mobilnih mašina i uređaja rezultate potrošnje treba porediti prema vrednostima dobijenim za istu normu navodnjavanja, jer veća norma podrazumeva sporije kretanje, veći utrošak časova rada, kao i veća energetska ulaganja, bilo da je u pitanju elektro ili dizel pogon pumpe odn. pumpne stanice. Potkonjak i sar. [9], sa ekonomskog aspekta razmatranja vrste pogona pokazuju da je elektro u odnosu na dizel pogon skuplji u investicijama i sa nižim troškovima energije u eksploataciji, ali dobijene podatke autori vezuju za konkretan slučaj i ne donose opšti zaključak.

U ovim istraživanjima, kao što je već navedeno, na oglednoj površini bili su isti uslovi gajenja (isti input) i na navodnjavanjem varijantama je primenom tifon uređaja u proseku ostvaren output od $2,734 \text{ t ha}^{-1}$. Praktično, ova količina prinosa je nosilac troškova eksploatacije sistema za navodnjavanje i u Tabeli 7. su prikazani direktni inputi po toni output-a za svaku godinu proučavanja. U proseku tona output-a opterećena je utrošenom energijom od 328 kWh za rad podvodne pumpe, koja snabdeva tifon uređaj potrebnom vodom (500 m^3) iz dubinskog bunara, zatim sa oko 2,5 litre goriva za angažovanje traktora i sa približno 17 časova ljudskog rada.

Tabela 7. Potrošnja vode, energije i časova rada po toni zrna navodnjavanog kukuruza

Table 7. Water, energy and hours of labour consumption per ton grain maize in irrigation

Godina Year	Voda Water ($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$)	Energija za rad pumpe Energy for working pump ($\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}$)	Gorivo za rad traktora Fuel for working tractor ($\text{l} \cdot \text{t}^{-1}$)	Časovi rada Hours of labour ($\text{h} \cdot \text{t}^{-1}$)
2002.	444	292	1,81	14,5
2003.	499	328	2,38	16,3
2004.	–	–	–	–
2005.	953	626	6,06	31,5
2006.	291	191	1,39	9,5
2007.	385	253	1,47	12,5
2008.	426	280	1,71	13,9
Prosek Average	500	328	2,47	16,5

Dobijeni rezultati su relativni pokazatelji troškova koji direktno učestvuju u eksploataciji primenjenog sistema za navodnjavanje. Realno sagledavanje zahteva

iskazivanje u apsolutnim pokazateljima i uzimanje u obzir ostalih troškova (amortizacija, održavanje, osiguranje i dr.), što je pak predmet ekonomske analize. Kao primer, radi sagledavanja odnosa osnovnih ulaganja pri eksploataciji i efekata primene sistema za navodnjavanje, za godine proučavanja izračunati su troškovi po hektaru na nivou ovogodišnjih cena (Tab. 8). Troškovi (input) su izračunati po sledećim cenama: voda- $6,2 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$; el. energija - 0.059 € angažovan kWh +176.0 € naknada za merno mesto za 12 meseci; dizel gorivo – $0.99 \text{ €} \cdot \text{l}^{-1}$; radni časovi- $0.95 \text{ €} \cdot \text{h}^{-1}$ (minimalna cena rada). Cena output-a je $0,186 \text{ €} \cdot \text{kg}^{-1}$ i svi obračuni su vršeni za vrednost $1 \text{ €} = 114.95$ dinara.

Tabela 8. Input i output pri navodnjavanju kukurza po godinama proučavanja ($\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}$)
 Table 8. Input and output in irrigated maize by studying years ($\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Godina Year	Voda Water	Energija za rad pumpe Energy for working pump	Gorivo za rad traktora Fuel for working tractor	Časovi rada Hours of labour	Input	Output
2002	6,2	230,8	5,6	43,2	285,8	586,9
2003	6,2	238,6	7,5	49,6	301,9	597,0
2004	6,2	176,0	0,0	0,0	182,2	0,0
2005	6,2	187,7	1,9	9,4	205,2	58,6
2006	6,2	191,7	1,9	12,4	212,1	255,7
2007	6,2	234,7	5,6	46,2	292,7	726,3
2008	6,2	250,3	7,5	58,6	322,6	830,1
Prosek Average	6,2	215,7	4,3	31,3	257,5	436,4

Podaci pokazuju da je u periodu od sedam uzastopnih godina bila jedna godina bez navodnjavanja (2004), bez output-a, ali sa troškovima (voda i naknada za merno mesto), zatim jedna (2005) u kojoj prinos nije opravdao troškove eksploatacije sistema i pet godina u kojima se dobio ekonomski opravdan prinos. U proseku navodnjavanjem merkanitnog kukuruza je dobijeno više 178,9 evra po hektaru u odnosu na prihod koji je ostvaren u prirodnom vodnom režimu. Čista dobit od navodnjavanja ima nešto manju vrednost kad se uključe i ostali troškovi.

Granica isplativosti eksploatacije sistema za navodnjavanje je ona pri kojoj dalje povećanje ulaganja ekonomski ne opravdava očekivani prinos. Različiti usevi imaju različite potrebe u količini vode i ne ostvaruju isti porast prinosa u uslovima navodnjavanja. Velikim potrošačima vode, kao što je kukuruz, najčešće su potrebne veće norme sa manjim brojem zalivanja u toku vegetacionog perioda ili se pak zaliva češće manjim normama, što u toku sezone smanjuje navodnjavanu površinu mašine ili uređaja. Za praksu navodnjavanja kukuruza tifonima bitno je da se za sezonu planira površina na osnovu učinka koju uređaj može da ostvari u funkciji dnevne evapo-transpiracije 6-7 mm, kako bi biljke dobile potrebnu količinu vode u periodu (juli i avgust) kada je moguća najveća redukcija prinosa zbog deficita zemljišne vlage.

ZAKLJUČAK

Rezultati analize primene tifon uređaja u navodnjavanju kukuruza na černozeu pokazuju da je po godinama proučavanja ostvaren različiti efekat navodnjavanja, od 0,315 t ha⁻¹ do 4,459 t ha⁻¹. Za period od sedam godina proučavanja ostvaren je prosečan efekat od 21,7%. Tona prosečnog prinosa dobijena dejstvom faktora navodnjavanja (2,734 t ha⁻¹) bila je opterećena utrošenom energijom od 328 kWh za rad podvodne pumpe, koja je snabdevala tifon uređaj potrebnom vodom (500 m³) iz dubinskog bunara, zatim sa oko 2 litre goriva za angažovanje traktora i sa približno 17 časova ljudskog rada. Granica isplativosti eksploatacije sistema za navodnjavanje je ona pri kojoj dalje povećanje ulaganja ekonomski ne opravdava očekivani prinos.

LITERATURA

- [1] Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, 89, pp. 1–6.
- [2] Đević, M., Miodragović, R., Mileusnić, Z., 2002. Mobilni sistemi za navodnjavanje kišenjem. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 28 (3–4), pp. 61–124.
- [3] Đukić, N. 2006. Izbor uređaja za navodnjavanje. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 32 (3–4), pp. 237–241.
- [4] Kresović, B. 2003. *Uticaj navodnjavanja i sistema obrade zemljišta na proizvodnju kukuruza*. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [5] Miodragović, R., Đević, M., Mileusnić, Z. 2008. Energetski aspekti navodnjavanja kišenjem. *Poljoprivredna tehnika*, 33 (3), pp. 65–71.
- [6] Pandey, R.K., Maranville, J.W., Admou, A. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment I. Grain yield and yield components. *Agricultural Water Management*, 46, pp. 1–13.
- [7] Pejić, B., Bošnjak, Đ., Mačkić K., Stričević R., Simić, D., Drvar A. 2009. Osetljivost kukuruza (*Zea Mays* L.) na deficit vode u zemljištu u određenim podperiodima vegetacije. *Letopis naučnih radova*, 33 (I), pp. 155–166.
- [8] Pejić, B., Maksimović, L., Milić, S. 2007. Effect of irrigation on yield of corn hybrids from different maturity groups. *Acta biologica Iugoslavica - serija A: Zemljište i biljka*, 56 (2), pp. 59–66.
- [9] Potkonjak, S., Zoranović, T., Mačkić, K. 2007. Investicije i troškovi navodnjavanja u zavisnosti od vrste pogona. *Traktori i pogonske mašine*, 12 (2), pp. 32–36.
- [10] Stojićević, D. 1996. *Kukuruz (Zea Mays L.). Navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta*, Mitrović, M. (ed), Beograd, Srbija: Partenon. pp. 198–199.
- [11] Traore, S. B., Carlson, R. E., Pilcher, C. D., Rice, M. E. 2000: Bt and Non Bt maize growth and development as affected by temperature and drought stress. *Agronomy Journal*, 92, pp. 1027–1035.
- [12] Vasić G., Branka Kresović, Tolimir M., Nešić S. 1994. Efekti navodnjavanja mašinama tipa rainiger i linear na prinos gajenih useva. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 22, pp. 119–127.

THE EFFECTS OF USE SELF-PROPELLED RAIN GUNS (TYPHONE) IN IRRIGATION OF CORN (*Zea mays* L.)

Branka Kresović¹, Vesna Dragičević¹, Boško Gajić², Angelina Tapanrova², Borivoje Pejić³

¹ Maize Research Institute „Zemun Polje“, Belgrade-Zemun, Republic of Serbia

² University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Soil Menagment, Belgrade-Zemun, Republic of Serbia

³ University in Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Republic of Serbia

Abstract: The aim of this study was to use results of experimental work to analyse effects of maize irrigation and to quantify basic parameters that are included into exploitation costs of a long-ranged self-propelled sprayer, so called typhoon sprinkler. The four-replicate trial was carried out according to a randomised block design in the experimental fields of the Maize Research Institute, Zemun Polje, during the 2002–2008 period. The irrigation was applied in all years but 2004 in which the precipitation sum was sufficient to maintain soil moisture above the predetermined pre-watering soil moisture. According to obtained results, effects of irrigation on grain yields over years varied from to 0.315 t ha⁻¹ to 4.459 t ha⁻¹. Furthermore, the input to output ratio varied over years. The long-term average shows that each tonne of a yield obtained by irrigation was loaded by consumed energy of 328 kWh used for the operation of a submersible pump that supplied the typhoon sprinkler with a necessary water amount (555m³) from a deep well, then with approximately 2 l of fuel necessary for the tractor operation and with 17 hours of labour.

Key words: irrigation, yield, maize, energy, self-propelled sprayer(typhone)

Datum prijema rukopisa: 15.11.2012.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama:

Datum prihvatanja rada: 21.11.2012.